

UN MODELO TEÓRICO DEL AJUSTE DINÁMICO DE UN FACTOR PRODUCTIVO CUASIFIJO Y LA DETERMINACIÓN DE SU PRECIO EN EL MERCADO

Eugenio Figueroa B.*

EXTRACTO

Este trabajo presenta un modelo teórico del ajuste dinámico de un factor productivo en un sector de la economía, que permite explicar los cambios en el *stock* del factor y su transición en el tiempo. El modelo determina la senda óptima de inversión para el factor cuasifijo que se ajusta, así como su precio (de activo) de mercado, en un ambiente muthiano de formación de expectativas. La determinación endógena del precio, en un contexto de expectativas racionales, representa una contribución respecto de los trabajos anteriores reportados en la literatura.

El modelo es suficientemente general para ser empleado en el estudio de la inversión, en cualquier sector de la economía. Aquí se presenta una aplicación al sector agrícola que ilustra la dinámica del modelo. Además se analiza la dinámica comparativa del modelo para un *shock* de oferta que afecta las decisiones de inversión del sector agrícola, lo que, a su vez, permite sugerir una metodología para el análisis dinámico de los efectos relativos de *shocks* de oferta y de demanda sobre la inversión.

ABSTRACT

This paper presents a theoretical model of the dynamic adjustment of a productive factor in a sector of the economy, which allows explanations to changes in the factor's stock and its transition along the time. The model assumes a muthian mechanism of expectation formation, and determines the optimal path of investment for the quasi-fixed factor as well as its market (asset) price. The endogenous determination of the factor's price within a rational expectations framework is a contribution to the previous work reported in the literature.

The model is general enough to study the investment decisions in any sector of the economy. An application to the agricultural sector is presented, which illustrates the dynamic of the model. The comparative dynamic of the system is analyzed for the case of a supply shock that affects the agricultural sector's investment decisions, which is used to suggest a methodology for the dynamic analysis of the relative effects of supply and demand shocks over investment.

* Profesor del Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Universidad de Chile. El autor agradece a Ramón López de la Universidad de Maryland por las ideas con que contribuyó, así como a Marc Nerlove de la Universidad de Pennsylvania y a dos árbitros anónimos de esta revista por sus comentarios a una versión anterior. Los errores siguen siendo de exclusiva responsabilidad del autor.

UN MODELO TEÓRICO DEL AJUSTE DINÁMICO DE UN FACTOR PRODUCTIVO CUASIFIJO Y LA DETERMINACIÓN DE SU PRECIO EN EL MERCADO*

Eugenio Figueroa B.

1. INTRODUCCIÓN

Aquí se presenta un modelo teórico del ajuste de un factor cuasifijo a lo largo del tiempo en un sector productivo de la economía. Es por tanto, un modelo dinámico que, partiendo de los desarrollos recientes en teoría de la inversión, permite explicar los cambios en el *stock* de un factor productivo que no se ajusta instantáneamente, y la velocidad de transición desde un nivel de su *stock* a otro.¹

El modelo permite determinar la senda óptima de inversión para el factor productivo que se ajusta en el tiempo, así como su precio de mercado. Un aporte del modelo propuesto es que el precio del factor que se determina corresponde a su precio de activo, en contraposición al precio de servicio (*rental price*) que derivara Jorgenson (1967, 1963) y que siempre está expuesto a críticas cuando se aplica empíricamente.

El modelo es suficientemente general como para ser empleado en el estudio dinámico de un factor productivo que no se ajusta instantáneamente (cuasifijo) en cualquier sector de la economía. Aquí se ilustra la dinámica del modelo con una aplicación a la inversión en maquinaria y equipo del sector agrícola.² Otra contribución es que el modelo simultáneamente con determi-

* *Estudios de Economía*, publicación del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, vol. 18, n°1, junio de 1991.

¹ Para un análisis de los desarrollos recientes a partir de los cuales se construye el modelo que se presenta, véase, Figueroa (1990).

² Se refiere a todo tipo de maquinaria y equipo de uso productivo en la agricultura. En adelante se usan indistintamente los términos maquinaria, maquinaria y equipo, y maquinaria y equipo agrícola.

nar endógenamente el precio del factor que se ajusta incorpora un mecanismo muthiano de formación de expectativas (Muth, 1961), lo que contrasta con los estudios de inversión en el sector agrícola hasta ahora reportados en la literatura.

Se muestra además la dinámica comparativa de un *shock* exógeno que afecta al sector agroproductivo, analizando los efectos que tiene un cambio tecnológico en la industria doméstica productora de maquinaria sobre la inversión de corto plazo, sobre la senda óptima de inversión, y sobre el *stock* de equilibrio de largo plazo del sector agrícola. Se muestra teóricamente, que, en este caso, existe en el corto plazo subreacción (*undershooting*) del precio en el mercado de la maquinaria, respecto de los ajustes requeridos para que el sector vuelva a un equilibrio estable (*steady state*) después del *shock* exógeno. Esto permite ilustrar nítidamente una forma de transmisión —vía las decisiones de inversión del sector agrícola— de los *shocks* exógenos que afectan al sector agroproductivo hacia el mercado de la maquinaria. Lo anterior, sugiere una metodología para el análisis dinámico de los efectos relativos de *shocks* de oferta y de demanda.

En la próxima sección se formaliza el modelo, para mostrar su solución en la siguiente. En la cuarta sección se muestra la dinámica del sistema y sus mecanismos de ajuste de corto y largo plazo. En la sección siguiente se presenta la dinámica comparativa del modelo. En la última sección se entregan las conclusiones.

2. FORMALIZACIÓN DEL MODELO

El modelo teórico consiste en un sistema de dos ecuaciones que corresponden a las condiciones de equilibrio de corto plazo del sector agrícola:

$$(i) \quad \dot{k}_t^e = (r + \delta + \tau) k_t - \Pi_K(\cdot) \quad (1)$$

$$(ii) \quad \dot{K}_t^e = F(\cdot) - \delta K_t - E_1(e_t k_t) - E_2 \tilde{A}_t$$

donde

k_t y K_t son respectivamente el precio (de activo) de la maquinaria y el *stock* de maquinaria en el sector agrícola en el tiempo t ;

r , δ y τ son respectivamente, las tasas de interés del mercado, de depreciación de la maquinaria en el sector agrícola, y de tributación efectiva sobre la maquinaria;

$\Pi_K(\cdot) = \partial \Pi / \partial K$, es la función *precio sombra* de la maquinaria agrícola (Lau, 1976), y

- Π es la función de beneficios del sector agrícola (Diewert, 1973);³
 $F(\cdot)$ es la función de oferta de la industria productora de maquinaria agrícola;⁴
 $(e_t k_t)$ es el precio internacional de la maquinaria, dado que e_t es el tipo de cambio;
 \tilde{A}_t es la producción agrícola en el resto del mundo (RDM);
 $x = \partial x / \partial t, \forall x, t = \text{tiempo}$, y x^e_t es el valor de x según se espera en el tiempo $t, \forall x$.

La ecuación 1(i) es una condición de arbitraje que gobierna la demanda de maquinaria. Indica que existe equilibrio en la demanda por maquinaria cuando el valor del producto generado por la unidad marginal de maquinaria en el tiempo t , es igual al costo de uso (CU) de esa unidad en el tiempo t —el que, a su vez, es igual a su costo financiero, rk_t , más sus costos por depreciación y por tributación, dk_t, tk_t , menos las ganancias esperadas de capital en el tiempo $t, kei-$. Esta regla señala que es óptimo para el sector agrícola incrementar su *stock* de maquinaria hasta cuando el valor del producto generado por la unidad marginal de ésta, Π_k , sea igual al CU de esa unidad marginal. El CU en 1 (i) corresponde al análogo en tiempo continuo del precio de los servicios del capital (*rental price*) que derivó originalmente Jorgenson (1967, 1963) en un contexto de tiempo discreto.

Si las condiciones en el tiempo cero son tales que:

$$UC_0 = (r + \delta + \tau)k_0 - k_0^e = \Pi_K^0(K_0, a_0, \dots) \quad (2)$$

donde

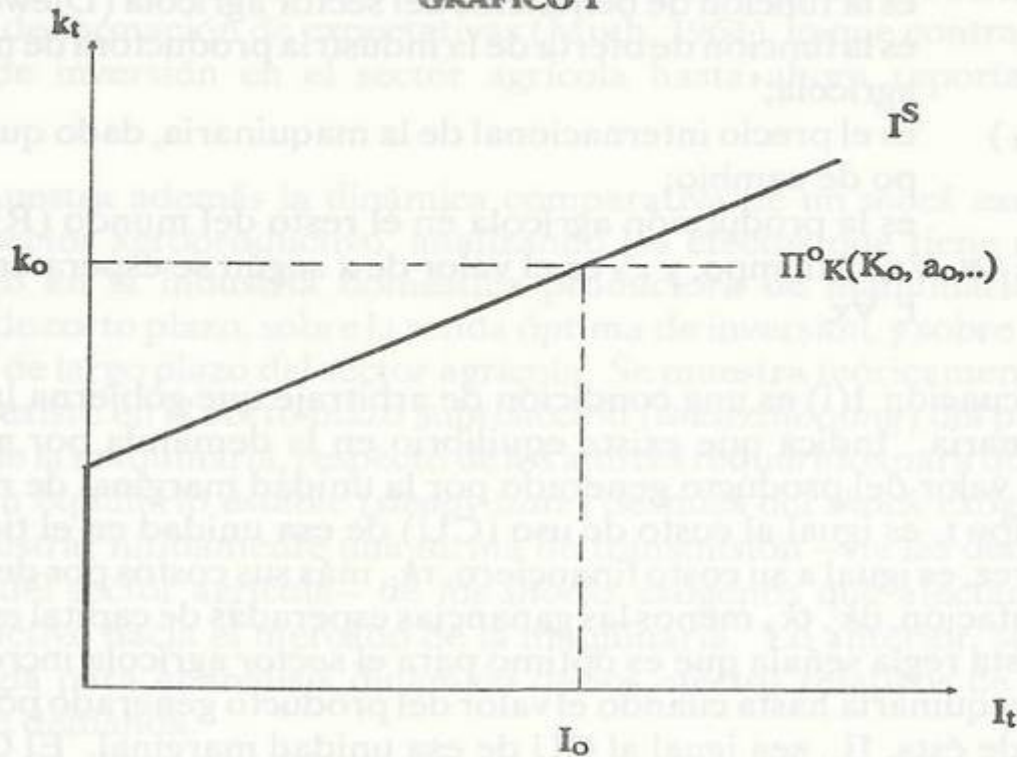
a_0 es el precio de un insumo agrícola —por ejemplo, la energía. Entonces en (2) el CU de la unidad marginal de maquinaria, $-UC_0 = (r + d + \tau)k_0 - k_0^e$, es igual al valor del producto que ella genera $-\Pi_K^0(\cdot)$, por lo que los beneficios del sector agrícola en el tiempo cero son máximos.⁵ Esta situación se muestra en el gráfico 1.

³ Las variables incorporadas en $\Pi(\cdot)$ se detallan más adelante en la nota 8.

⁴ Aquí se incorporan como determinantes de la oferta de la industria productora de maquinaria, el precio de la maquinaria $-k_t-$, el precio del acero y el hierro $-i_t-$, el precio de la energía para la industria $-g_t-$, y el progreso tecnológico en la industria $-t^m-$ (véase Figueroa, 1990, p. 192). Obviamente, la lista de variables puede extenderse.

⁵ El valor de la función de beneficios $\Pi(\cdot)$ es máximo (véase Figueroa, 1990).

GRÁFICO 1



Si en vez de la situación en (2) en el tiempo cero, la situación es una en que, *ceteris paribus*, el precio del insumo energía en la agricultura es mayor, es decir, $a_{00} > a_0$, entonces

$$UC_0 = (r + \delta + \tau)k_0 - \dot{k}_0^e > \Pi^{\infty}_K(K_0, a_{00}, \dots) < \Pi^o_K(K_0, a_0, \dots) \quad (3)$$

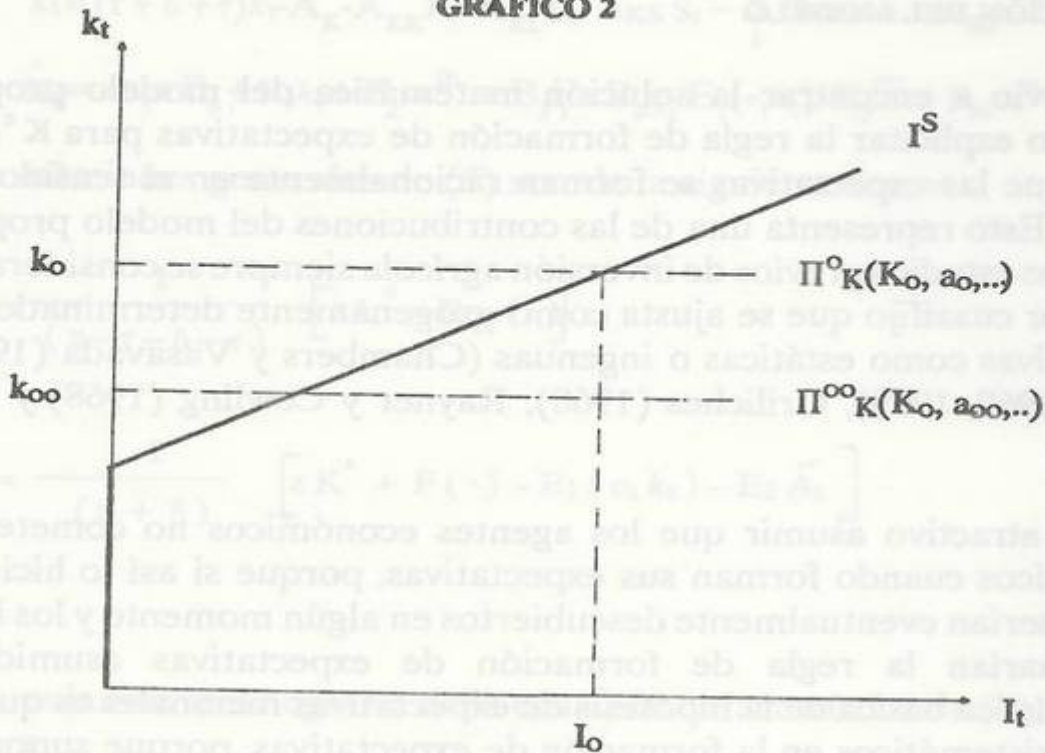
La situación en (3) implica que ahora en el tiempo cero el CU de la unidad marginal de maquinaria agrícola $-UC_0 = (r + \delta + \tau)k_0 - \dot{k}_0^e$, es mayor que el valor del producto que ella genera $-\Pi^{\infty}_K(K_0, a_{00}, \dots)$ (véase gráfico 2), por lo que los beneficios totales en la agricultura pueden ser aumentados reduciendo el *stock* de maquinaria que utiliza el sector.

Dado que el *stock* de maquinaria en la agricultura está fijo en el tiempo cero al nivel K_0 , el mecanismo de ajuste de corto plazo del modelo es vía precio de la maquinaria, por lo que k_0 tiene que caer. El equilibrio por el lado de la demanda es restaurado entonces en el corto plazo, por medio de la igualación de CU de la unidad marginal de la maquinaria con el valor del producto que ella genera cuando el precio de la maquinaria cae de k_0 a k_{00} (véase, gráfico 2):

$$UC_{00} = (r + \delta + \tau)k_{00} - \dot{k}_0^e = \Pi^{\infty}_K(K_0, a_{00}, \dots)$$

Al mismo tiempo, el nuevo precio k_{00} de la maquinaria agrícola al reflejarse en la curva de oferta de bienes de inversión (maquinaria) del mercado doméstico restituye el equilibrio de oferta y demanda, debido a que la inversión se reduce de I_0 a I_{00} (gráfico 2).

GRÁFICO 2



Dado que el precio (de activo) de la maquinaria puede ser visto como el valor descontado del flujo futuro de los valores del producto generado por la unidad marginal de maquinaria, es decir,

$$k_t = \int_0^{\infty} e^{-rt} \Pi_K(\cdot) dt \quad (4)$$

es claro que los movimientos hacia el equilibrio son gobernados por las condiciones de demanda, las que al "reflejarse" en la oferta producen la clarificación del mercado.⁶

La condición 1 (ii) es una ecuación de equilibrio de oferta y demanda. Indica que la inversión bruta esperada en maquinaria del sector agrícola en el tiempo $t - K_t + \delta K_t$, tiene que ser igual a la oferta doméstica de bienes de inversión $-F(\cdot) - E_1(e_t k_t) - E_2 \tilde{A}_t$. Esto es, que en todo momento del tiempo el lado de la demanda del mercado de maquinaria agrícola, representado por la tasa esperada de inversión bruta en maquinaria agrícola —la que a su vez está formada por la tasa esperada de inversión neta, \dot{K}_t^c , más la tasa de depreciación del *stock* de maquinaria en la agricultura, δK —, tiene que ser igual al lado de la oferta del mercado, representado por la producción doméstica de maquinaria agrícola, $F(\cdot)$, menos las exportaciones netas de maquinaria $-E_1(e_t k_t) + E_2 \tilde{A}_t$.

⁶ En forma semejante a la que proponen Clower (1954), Foley y Sidrauski (1970, 1971) y Purvis (1973) en su teoría de la inversión de la "curva de oferta".

3. SOLUCIÓN DEL MODELO

Previo a encontrar la solución matemática del modelo propuesto es necesario explicitar la regla de formación de expectativas para K^e_t y k^e_t . Se asume que las expectativas se forman racionalmente en el sentido de Muth (1961). Esto representa una de las contribuciones del modelo propuesto, ya que en los estudios previos de inversión agrícola siempre se considera al precio del factor cuasifijo que se ajusta como exógenamente determinado y/o a las expectativas como estáticas o ingenuas (Chambers y Vasavada (1983), Cromarty (1960, 1959), Griliches (1960), Rayner y Cowling (1968) y Vasavada (1984)).

Es atractivo asumir que los agentes económicos no cometen errores sistemáticos cuando forman sus expectativas, porque si así lo hicieran tales errores serían eventualmente descubiertos en algún momento y los individuos abandonarían la regla de formación de expectativas asumida. Una característica básica de la hipótesis de expectativas racionales es que evita los errores sistemáticos en la formación de expectativas, porque supone que los individuos actúan como si ellos conocieran la parte sistemática del modelo y la utilizaran para formar sus expectativas.⁷ Así las expectativas se consideran racionales si, dado el modelo económico, ellas producen valores realizados (*ex post*) de las variables, que en promedio son iguales a las expectativas. Las expectativas diferirán de los valores realizados sólo por alguna incertidumbre impredecible, no sistemática, en el modelo. Si no hubiera incertidumbre impredecible, las expectativas de las variables coincidirían con sus valores realizados y existiría perfecta predicción.

Se asume que las expectativas son racionales y momentáneamente, con el sólo propósito de encontrar la solución del modelo, que son además no estocásticas, o sea, que existe perfecta predicción. Además se requiere explicitar las formas funcionales y las variables incorporadas implícitamente en (1), de modo que el equilibrio de corto plazo del modelo puede expresarse como el siguiente sistema de ecuaciones diferenciales de primer orden:⁸

⁷ Aquí se utiliza la expresión "como si" en exactamente el mismo sentido que Friedman (1953) usa la expresión *as if*.

⁸ Las variables y parámetros en las ecuaciones (5) a (11) que siguen, y que no han sido previamente definidos, corresponden a las utilizadas en las ecuaciones (1) y (2) en Figueroa (1990). Donde L y S son los *stocks* de factores fijos del sector agrícola (específicamente, tierra y construcciones). Las variables w_t^i corresponden al precio del producto agrícola y a los precios de los insumos agrícolas con ($i = 1, \dots, n$); w_t^m corresponde a la tasa de salario relevante para la industria productora de maquinaria; t^α y t^m representan el cambio tecnológico en la agricultura y la industria productora de maquinaria agrícola, respectivamente.

$$(i) \quad \dot{k}_t = (r + \delta + \tau)k_t - A_K K_t - A_{KK} K_t^2 - A_{KL} L_t - A_{KS} S_t - \sum_i D_{Ki} \omega_t^i - \beta_{Kt} t^\alpha \quad (5)$$

$$(ii) \quad \dot{K}_t = -\delta K_t + B_0 + B_1 k_t + B_2 \omega_t^m + B_3 i_t + B_4 g_t - E_1(e_t k_t) - E_2 \tilde{A}_t + \beta_m t^m$$

Las soluciones generales de (5) son de la siguiente forma:

$$k_t = \frac{1}{(z - r - \delta - \tau)} \left[z k^* - \Pi_K(\cdot) \right] \quad (6)$$

$$K_t = \frac{1}{(z + \delta)} \left[z K^* + F(\cdot) - E_1(e_t k_t) - E_2 \tilde{A}_t \right] \quad (7)$$

donde:

z es la raíz real negativa de la ecuación característica de (5), y es igual a

$$z = \frac{(r + \tau) - \left[(r + \tau)^2 - 4 \{ \delta (r + \delta + \tau) + A_{KK} (E_1 e_t - B_1) \} \right]^{1/2}}{2} < 0; \quad (8)$$

k^* , K^* son las integrales particulares o valores de equilibrio estable (*steady state*) de k_t y K_t , y son iguales a

$$k^* = \frac{-\delta (A_K + A_{KL} L_t + A_{KS} S_t + \sum_i D_{Ki} \omega_t^i + \beta_{Kt} t^\alpha)}{D} \quad (9)$$

$$\frac{-A_{KK} (B_0 + B_2 \omega_t^m + B_3 i_t + B_4 g_t - E_2 \tilde{A}_t + \beta_m t^m)}{D}$$

$$K^* = \frac{-(E_1 e_t - B_1) (A_K + A_{KL} L_t + A_{KS} S_t + \sum_i D_{Ki} \omega_t^i + \beta_{Kt} t^\alpha)}{D} \quad (10)$$

$$\frac{-(r + \delta + \tau) (B_0 + B_2 \omega_t^m + B_3 i_t + B_4 g_t - E_2 \tilde{A}_t + \beta_m t^m)}{D}$$

además,

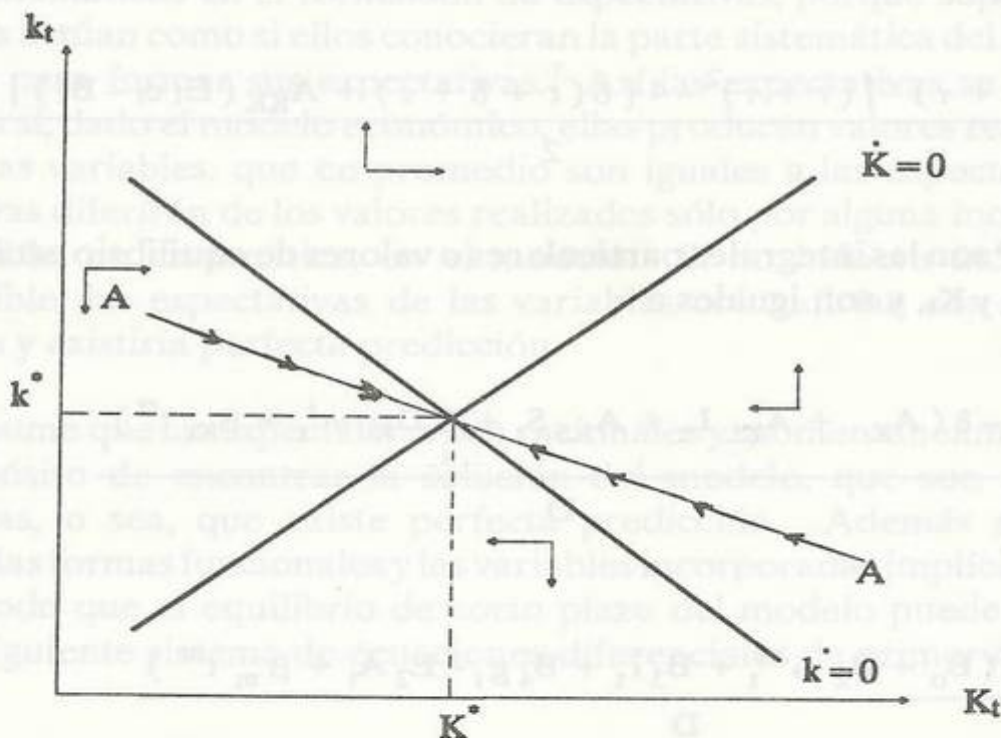
$$D = -\delta(r + \delta + \tau) + A_{KK}(E_1 e_t - B_1) < 0 \quad (11)$$

Las ecuaciones (6) y (7) entregan los valores de k_t y K_t que, dados los valores exógenamente determinados de L_t y S_t , permiten el equilibrio de corto plazo en el mercado de la maquinaria agrícola. Ellas entregan la senda óptima única racionalmente esperada, para el precio y para el *stock* de la maquinaria agrícola, respectivamente. Esas dos ecuaciones representan las siluetas de los valores de corto plazo del precio y del *stock* de la maquinaria que conducen al sistema a su equilibrio estable.

4. DINÁMICA DEL SISTEMA Y AJUSTES DE CORTO Y LARGO PLAZO

El gráfico 3 muestra el diagrama de fase que ilustra el equilibrio estable del modelo, así como el movimiento del precio y el *stock* de la maquinaria agrícola fuera del *steady state*.

GRÁFICO 3



La curva $\dot{K}=0$ muestra todas las posibles combinaciones del precio corriente y del *stock* corriente de maquinaria agrícola, k_t y K_t , que son consistentes con la constancia de ese *stock* (inversión neta igual cero). La pendiente de esta curva se deriva de (5.ii) y es positiva.

$$\left. \frac{\partial k}{\partial K_t} \right|_{\dot{K}=0} = \frac{\delta}{B_1} > 0$$

La curva $\dot{k}=0$ por su parte, muestra todas las posibles combinaciones de k_t y K_t que son consistentes con la constancia en el precio racionalmente esperado de la maquinaria. Su pendiente se deriva de 5(i), y es negativa.

$$\left. \frac{\partial k_t}{\partial K_t} \right|_{\dot{k}=0} = \frac{A_{KK}}{(\tau + \delta + \tau)} < 0$$

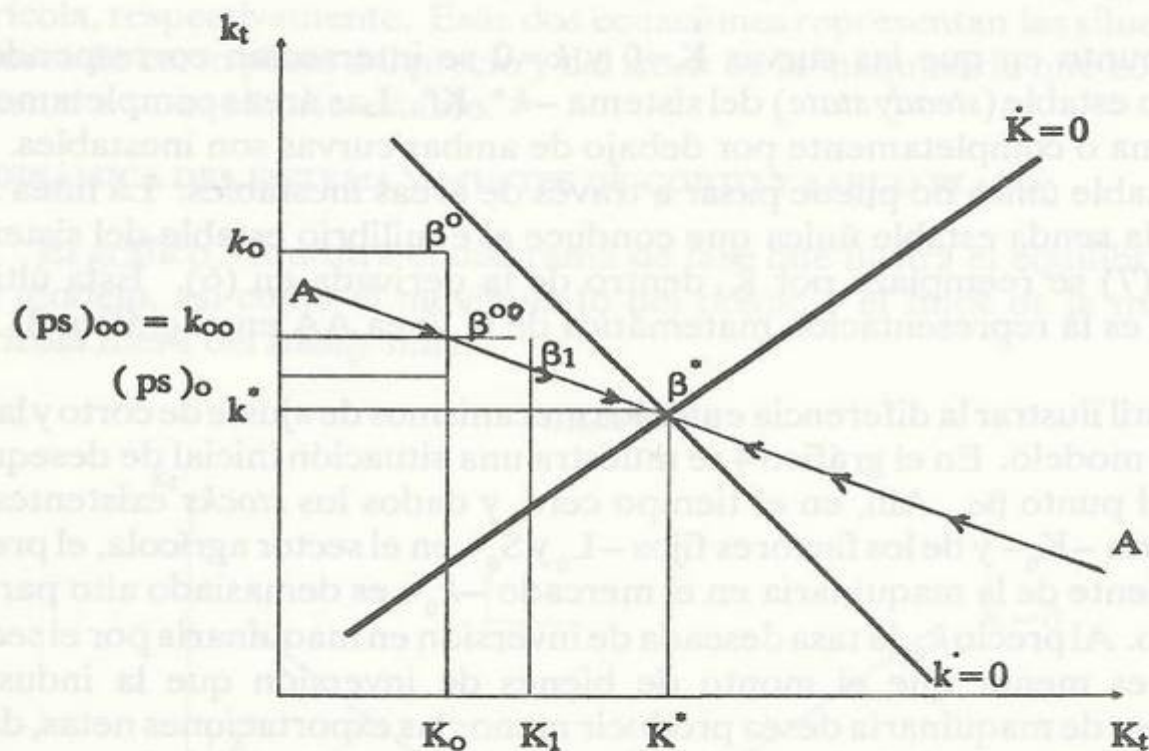
El punto en que las curvas $\dot{K}=0$ y $\dot{k}=0$ se intersectan corresponde al equilibrio estable (*steady state*) del sistema $-k^*, K^*$. Las áreas completamente por encima o completamente por debajo de ambas curvas son inestables. La senda estable única no puede pasar a través de áreas inestables. La línea AA muestra la senda estable única que conduce al equilibrio estable del sistema. Cuando (7) se reemplaza por K_t dentro de la derivada en (6). Esta última ecuación es la representación matemática de la línea AA en el gráfico 3.

Es útil ilustrar la diferencia entre los mecanismos de ajuste de corto y largo plazo del modelo. En el gráfico 4 se muestra una situación inicial de desequilibrio en el punto β_0 . Allí, en el tiempo cero, y dados los *stocks* existentes de maquinaria $-K_0-$ y de los factores fijos $-L_0$ y S_0- en el sector agrícola, el precio prevaleciente de la maquinaria en el mercado $-k_0-$ es demasiado alto para el equilibrio. Al precio k_0 , la tasa deseada de inversión en maquinaria por el sector agrícola es menor que el monto de bienes de inversión que la industria productora de maquinaria desea producir menos las exportaciones netas, dado que el precio (sombra) de demanda de la maquinaria está por debajo, como por ejemplo, al nivel $(ps)_0$. El único mecanismo de ajuste de corto plazo es vía el precio de mercado de la maquinaria, que cae a k_{00} llevando al sistema a un equilibrio de corto plazo en β_{00} , donde el precio de la maquinaria es entonces igual al nuevo precio (sombra) de demanda $(ps)_{00}$. Los cambios en el precio de mercado de la maquinaria constituyen el mecanismo de ajuste del modelo en el corto plazo.

En el mismo gráfico 4 muestra el ajuste de largo plazo. Dado que el sistema está fuera de su equilibrio estable en el tiempo cero, existe inversión neta positiva. Esto implicaría en el tiempo uno, que el nuevo *stock* de maquinaria en el sector agrícola $-K_1-$ y el precio prevaleciente de la maquinaria $-k_{00}-$ no constituyen más una situación de equilibrio (punto β_1). Dado las adiciones netas sucesivas al *stock* de maquinaria en la agricultura, el sistema se mueve a lo largo de la senda racionalmente esperada AA desde β_0 hacia el equilibrio de largo plazo en el punto β^* . Allí, el *stock* existente de maquinaria K^* y el precio de la maquinaria prevaleciente en el mercado k^* constituyen un equilibrio de corto y largo plazo. La tasa de inversión del sector agrícola en maquinaria es igual a la oferta doméstica de bienes de inversión (maquinaria),

y también igual a la depreciación del *stock* de maquinaria existente $-\delta K^*$. La inversión neta es cero, por lo que el equilibrio en β^* tiende a perpetuarse en el tiempo, es decir, constituye el *steady state* del modelo

GRÁFICO 4



La naturaleza de los mecanismos de ajuste de corto y largo plazo del sistema es clara; en el ajuste de corto plazo, los cambios en el precio de la maquinaria son las fuerzas directrices. En el mecanismo de largo plazo, los cambios en el *stock* de maquinaria en la agricultura, que no son posibles en el corto plazo, gobiernan el tránsito del sistema hacia su equilibrio estable de largo plazo.

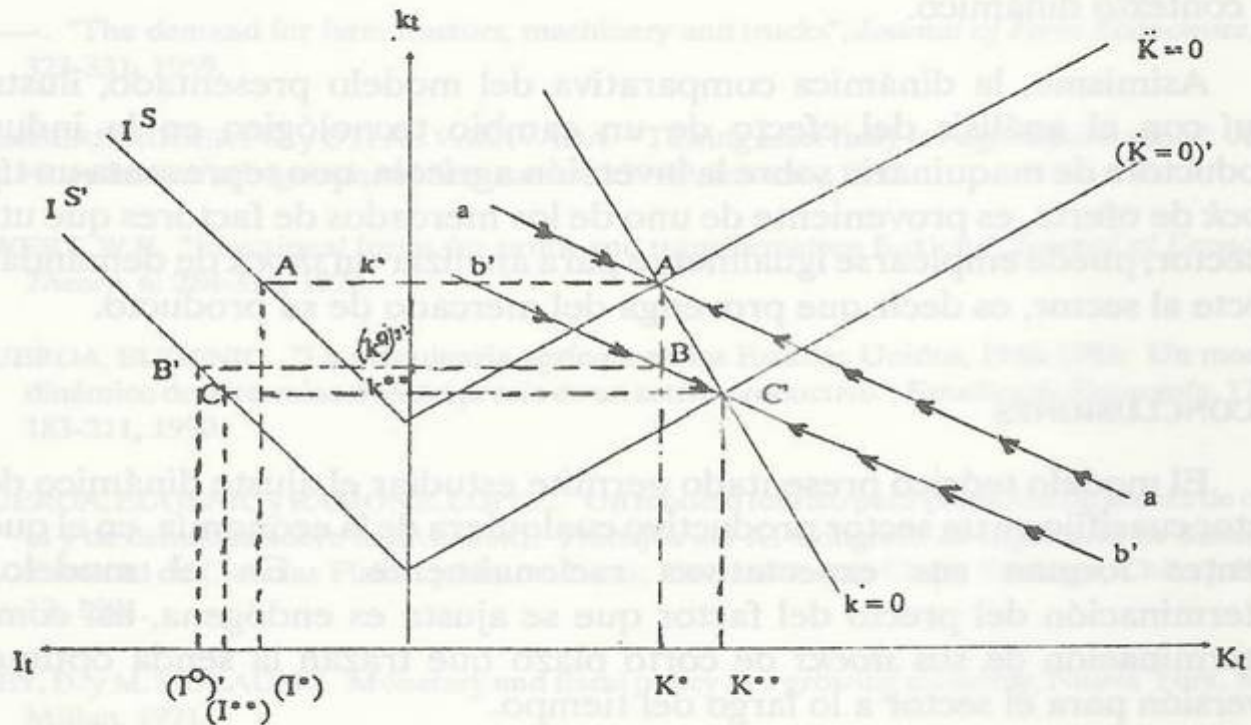
5. DINÁMICA COMPARATIVA

Para ilustrar la dinámica comparativa del modelo, se estudia un *shock* exógeno al sistema, como un cambio tecnológico en la industria productora de maquinaria agrícola, un cambio en t^m .

Este *shock*, cambiará el equilibrio estable, y desplazará la senda óptima AA como en el gráfico 5. Las ecuaciones 5(i) y (ii) implican que la curva $\dot{k} = 0$ no cambia, y que la curva $\dot{K} = 0$ se desplaza hacia abajo. Las ecuaciones (6) y (9) implican que para un nivel dado del *stock* de maquinaria agrícola $-K_t-$, el precio de la maquinaria $-k_t-$ cae con el cambio en t^m .

$$\frac{\partial k_t}{\partial t^m} = \frac{-z A_{KK} \beta_m}{D(z-r-\delta-\tau)} < 0$$

GRÁFICO 5



Es interesante notar que existe subreacción (*undershooting*) en el cambio del precio de la maquinaria agrícola como lo indica el gráfico 5. Es decir, si el sistema se encuentra en un equilibrio estable cuando ocurre el cambio tecnológico en la industria productora de maquinaria agrícola (punto A), el cambio inicial en el precio de la maquinaria, de k^0 a $(k^0)'$, es menor que el cambio de k^0 a k^{**} requerido para alcanzar un nuevo equilibrio estable. Esto resulta claro de las ecuaciones (6) y (9) que implican:

$$\left| \frac{\partial k_t}{\partial t^m} \right| = \frac{z}{(z-r-\delta-\tau)} \frac{\partial k^*}{\partial t^m} < \left| \frac{\partial k^*}{\partial t^m} \right|$$

dado que $0 < z/(z-r-\delta-\tau) < 1$. Este resultado es interesante porque permite visualizar con nitidez la posible transmisión hacia la industria doméstica que produce maquinaria y equipo de los *shocks* exógenos que afectan al sector agroproductivo, vía las decisiones de inversión de los agricultores. En tal sentido, si la alta variabilidad en las producciones y precios agrícolas pueden ser

explicadas en alguna proporción por los *shocks* exógenos que afectan al sector, el mecanismo de transmisión señalado indicaría una vía de traspaso directo de esa variabilidad hacia la industria productora de bienes de inversión para la agricultura (maquinaria y equipo). Figueroa y López (1991) presentan una derivación teórica de este modelo, que proponen como una metodología para estudiar el impacto relativo de *shocks* de oferta y de demanda sobre las decisiones de inversión de un sector productivo cualquiera de la economía en un contexto dinámico.

Asimismo, la dinámica comparativa del modelo presentado, ilustrada aquí con el análisis del efecto de un cambio tecnológico en la industria productora de maquinaria sobre la inversión agrícola, que representa un típico *shock* de oferta, es proveniente de uno de los mercados de factores que utiliza el sector, puede emplearse igualmente para analizar un *shock* de demanda que afecte al sector, es decir que provenga del mercado de su producto.

6. CONCLUSIONES

El modelo teórico presentado permite estudiar el ajuste dinámico de un factor cuasifijo en un sector productivo cualquiera de la economía, en el que los agentes forman sus expectativas racionalmente. En el modelo, la determinación del precio del factor que se ajusta es endógena, así como la determinación de sus *stocks* de corto plazo que trazan la senda óptima de inversión para el sector a lo largo del tiempo.

La aplicación que se presenta para el caso de las decisiones de inversión en maquinaria del sector agrícola permite ilustrar la dinámica del modelo y analizar la diferencia en la naturaleza de los mecanismos de ajuste de corto y largo plazo. Se muestra además su dinámica comparativa analizando los efectos de un *shock* exógeno al sector agrícola sobre su inversión, su *stock* de maquinaria, y el precio de mercado de la maquinaria y equipo agrícola. Se analiza la subreacción (*undershooting*) del precio de la maquinaria en el ajuste de corto plazo.

Por último, se muestra nítidamente un mecanismo de transmisión de los *shocks* exógenos al sector agrícola hacia la industria productora de maquinaria, vía la inversión de ese sector, lo que sugiere una metodología para el estudio del efecto relativo de *shocks* de oferta y de demanda que afecten a un sector productivo cualquiera de la economía.

Desde el punto de vista del estudio de la inversión agrícola en particular, el modelo contribuye con un marco analítico que determina endógenamente el precio del factor cuasifijo que se ajusta y que, simultáneamente, permite que los agentes formen sus expectativas racionalmente, lo que constituye una novedad en la literatura.

- CLOWER, R. "Productivity thrift and the rate of investment"; *Economic Journal*, 64: 107-115, 1954.
- CROMARTY, WILLIAMA. The demand for farm machinery and tractors, Michigan State University Technical Bulletin, 1960.
- . "The demand for farm tractors, machinery and trucks"; *Journal of Farm Economics*, 41: 323-331, 1959.
- CHAMBERS, ROBERT G. y UTPAL VASAVADA. "Testing asset fixity for agriculture: reply"; *American Journal of Agricultural Economics*, 139-40, febrero, 1985.
- DEWERT, W.E. "Functional forms for profit and transformation functions"; *Journal of Economic Theory*, 6: 284-316, 1973.
- FIGUEROA, EUGENIO. "La maquinaria agrícola en los Estados Unidos, 1948-1983: Un modelo dinámico de determinación del precio de un activo productivo"; *Estudios de Economía*, 17(2): 183-211, 1990.
- FIGUEROA, EUGENIO y RAMÓN E. LÓPEZ. "Un modelo teórico para el análisis de shocks de oferta y de demanda sobre la inversión". Trabajos del XI Congreso de Ingeniería de Sistemas. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile, julio 8-12, 1991.
- FOLEY, D. y M. SIDRAUSKI. Monetary and fiscal policy in a growing economy, Nueva York, MacMillan, 1971.
- . "Portfolio choice, investment and growth", *American Economic Review*, 60: 44-63, 1970.
- FRIEDMAN, MILTON. Essays in positive Economics, University of Chicago Press, Chicago, 1953.
- GRILICHES, ZVI. "The demand for a durable input: Farm tractors in the United States, 1921-57", in The demand for durable goods, editado por Arnold C. Harberger, Chicago: The University of Chicago Press, 1960.
- JORGENSEN, DALE W. "The theory of investment behavior", in determinants of investment behavior, editado por R. Ferber, Nueva York, NBER, 1967.
- . "Capital theory and investment behavior", *American Economic Review*, 53: 247-59, mayo, 1963.
- LAU, L.J. "A characterization of the normalized restricted profit functions", *Journal of Economic Theory*, 12: 131-63, 1976.
- MUTH, JOHN F. "Rational expectations and the theory of the price movements"; *Econometrica*, 29(6), 1961.
- PURVIS, D. "A note on the demand for capital and the supply of investment", Discussion paper, Department of Economics, Queen's University, Ontario, 1973.

RAYNER, A.J. y KEITH COWLING. "Demand for farm tractors in the United States and the United Kingdom", *American Journal of Agricultural Economic*, 50(4): 896-912, noviembre, 1968.

VASAVADA, UTPAL. Investment in the United States Agriculture: 1947-1979, Doctoral dissertation, University of Maryland, College Park, MD., 1984.